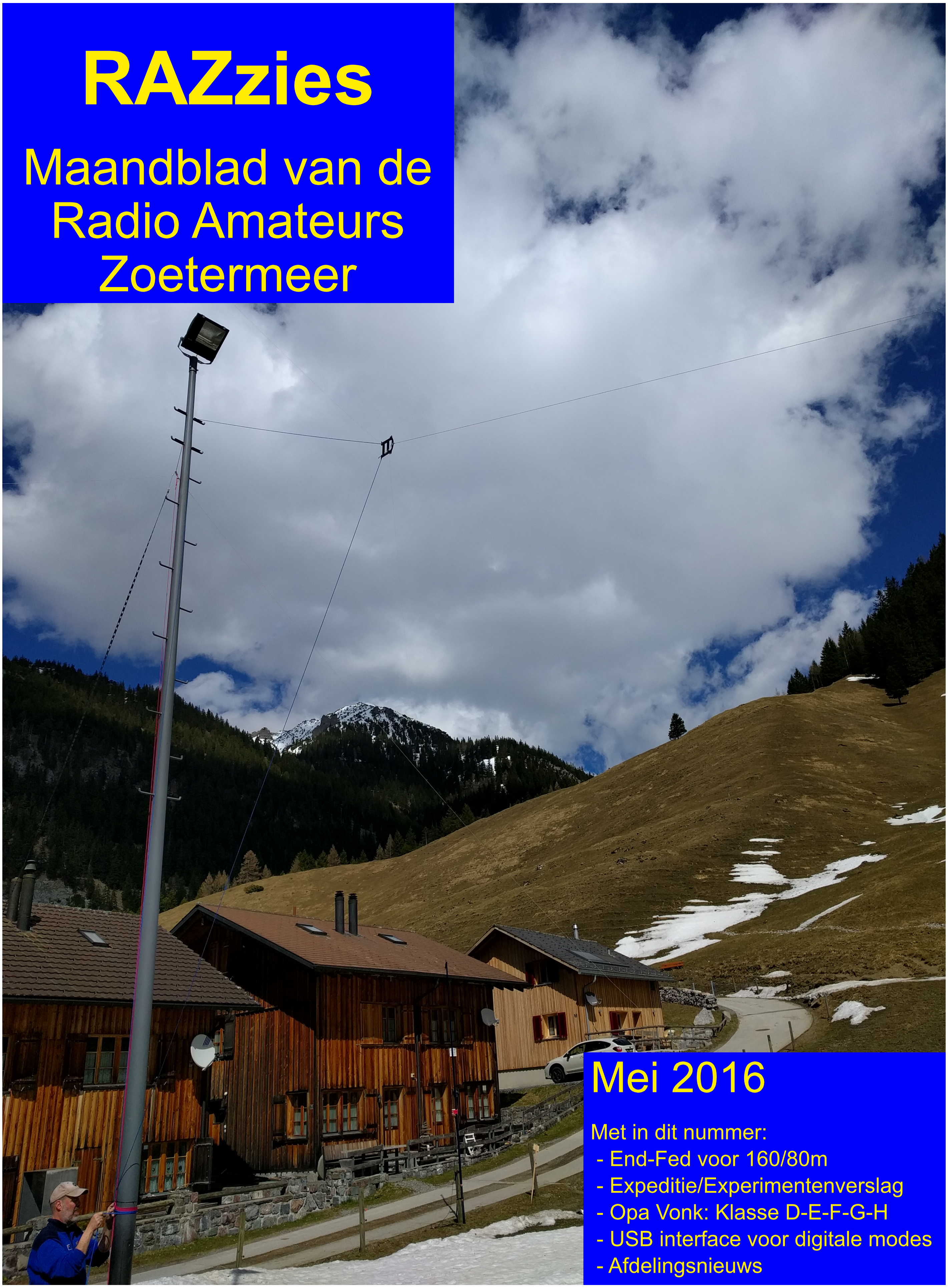
RAZzies

Maandblad van de Radio Amateurs Zoetermeer



Mei 2016

Met in dit nummer:

- End-Fed voor 160/80m
- Expeditie/Experimentenverslag
- Opa Vonk: Klasse D-E-F-G-H
- USB interface voor digitale modes
- Afdelingsnieuws

Colofon

RAZzies is een uitgave van de Radio Amateurs Zoetermeer. Bijeenkomsten van de Radio Amateurs Zoetermeer vinden plaats op elke tweede en vierde woensdag van de maanden september - juni om 20:00 uur in het clubhuis van de Midgetgolfclub Zoetermeer in het Vernède sportpark in Zoetermeer.

Website:

http://www.pi4raz.nl

Redactie:

Frank Waarsenburg
PA3CNO
pa3cno@pi4raz.nl

Informatie:

info@pi4raz.nl

Kopij en op- of aanmerkingen kunnen verstuurd worden naar razzies@pi4raz.nl

Nieuwsbrief:

http://pi4raz.nl/maillist/subscribe.php

Van de redactie

Dat we met een paar leden van PI4RAZ op pad geweest zijn, zal weinig van jullie ontgaan zijn. Het jaarlijkse uitje zat weer vol met experimenten en avonturen waarvan verderop in deze uitgave verslag gedaan zal worden. De condities zaten niet echt mee, en midden in de week was er weer een geomagnetische storm waar vooral de hoge banden last van hadden. Pas op donderdag ging 20m open en waren er verbindingen over de plas te maken. Gelukkig gaan we niet uitsluitend voor het maken van verbindingen, maar ook voor het knutselen, lekker eten, wandelen en alles waar een ontspannen vakantie aan moet voldoen. Het meest indrukwekkende experiment was wel de halve golf antenne voor 160m onder de heliumballon. In heel Europa produceerden we keiharde signalen op zowel 160m als 80m, waar de antenne een hele golflengte lang was. Jammer dat het niet zo lang heeft geduurd, maar het plezier was er niet minder om. Dat gaan we vast nog wel eens over doen.

Dan nog een dienstmededeling: wat ik in de laatste uitgave van onze RAZzies vergat te vermelden, is dat de publicatie over de QRP SWR meter mede tot stand gekomen is dankzij de welwillende toestemming van Andrew Woodfield, ZL2PD. Zonder de medewerking van mede-amateurs zou een magazine als dit al gauw ophouden te bestaan.

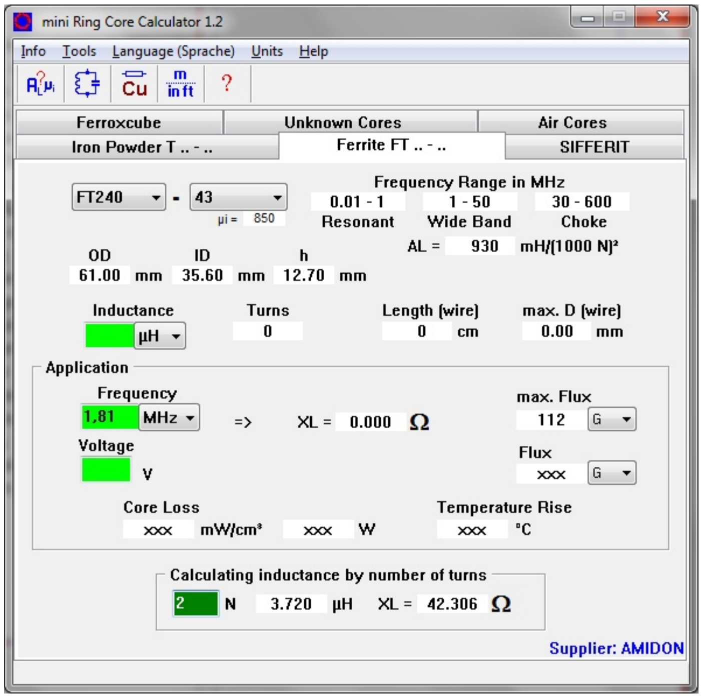
End-Fed voor 160/80m

Eén van de dingen waarmee we wilden experimenteren tijdens onze expeditie in Liechtenstein was een End-Fed voor 160m. Nou kan je draden op verschillende manieren aan het eind voeden. Ik heb jarenlang een draadje vanuit de shack naar de dichtstbijzijnde gemeenteboom gehad, en die was ongeveer 10 meter lang. Dat is op 40m een kwart golflengte, en daardoor is het voedingspunt laagohmig. Om daar energie in te krijgen, heb je dus tegencapaciteit nodig. Normaal is dat 10m draad de andere kant op en dan heet het dipool, maar in het geval van een vertikale antenne heb je radialen nodig: 4 stuks van ook weer elk 10m en dan spreek je van een Groundplane antenne, kortweg GP. Beiden had ik niet, dus was mijn tegencapaciteit de centrale verwarming. Dat is niet handig, want verschillende apparaten in huis hebben dan de neiging om voor zichzelf te beginnen als je 100W in de verwarmingsleidingen stopt, waaronder elektronische dimmers. Dat heeft een heel lage WAF zal ik je vertellen (Wife Acceptance Factor).

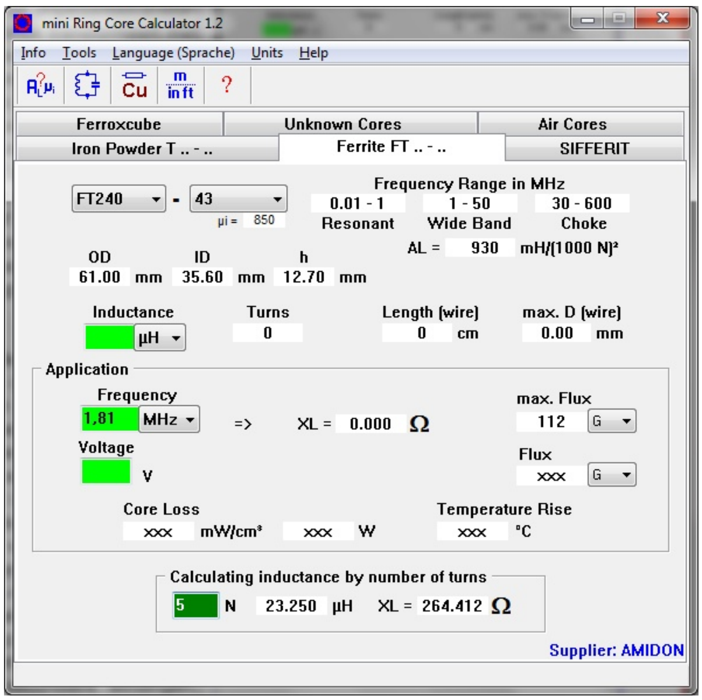
Op 20m heb je dan weer een heel ander probleem, want daar is de eindgevoede draad een halve golflengte en dus ligt het spanningspunt in de shack. Terugwerking is dan het gevolg en daar word je ook niet vrolijk van. Toch heeft spannings-

voeding zijn voordelen: je hebt (bijna) geen tegencapaciteit nodig omdat er in het voedingspunt geen stroom loopt. Nou ja, bijna niet. Om de hoge impedantie in het voedingspunt omlaag te transformeren naar een bruikbare waarde, wordt een impedantietransformator gebruikt. Deze heeft een wikkelverhouding van 1:7, waardoor de impedantietransformatie 1:49 is. (de impedantie transformeert met het kwadraat van de wikkelverhouding). Als je een beetje handig bent, kun je dat voor meerdere banden doen. Populaire End-Fed antennes zijn er voor 40-20-10m, zie bijvoorbeeld de beschrijving van de bouw van zo'n antenne in de RAZzies van april en mei 2012. De combinatie van zo'n transformator en eindgevoede draad staat in de volksmond der amateurs bekend als End-Fed antenne, maar feitelijk is het dus een spanningsgevoede draad van een halve golflengte of een veelvoud daarvan.

Terug naar 160m. Dit alles gelezen hebbende, zou dat dus betekenen dat een eindgevoede antenne voor 160m dan 80m lang moet zijn. Inderdaad. Daar kan je een mast voor opzetten, maar 80m mast neerzetten is een vak op zich, en hoe krijg je dat in de auto. Een andere optie is een luchtpunaise: het idee was dus om die antenne aan een (weer)ballon te knopen en zo een vertical te maken voor 160m. Daarover meer in het expeditieverslag. Het probleem daarbij is de aanpassing. Als je de RAZzies van april en mei 2012 erbij pakt (ze staan op de site van PI4RAZ onder /razzies), dan zie je dat daarvoor een FT240 ferrietkern gebruikt werd met 2 primaire en 14 secundaire windingen. Maar voor 160m is dat niet bruikbaar. De vuistregel is namelijk dat de impedantie van je transformator minimaal 4 maal de karakteristieke impedantie van de transmissielijn (kabel) moet zijn om de verliezen te beperken. En daarvoor zijn 2 windingen op een FT240 te weinig. Kijk maar in het programma Ring Core Calculator (een aanrader, als je die nog niet hebt) en vul de frequentie in (in het kader Application), en het aantal windingen (onder in het scherm, bij Calculating Inductance by the number of turns).

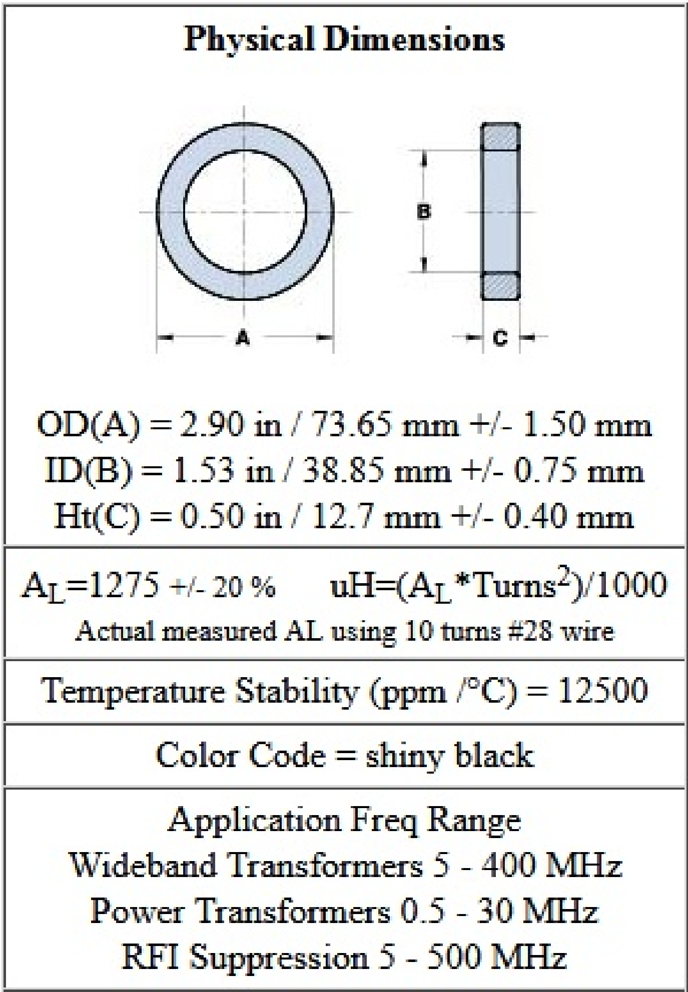


Het resultaat: 42,306Ω en dat is zelfs minder dan de kabel impedantie van 50Ω. Dus is of 2 windingen te weinig, of een FT240 niet geschikt voor dit doel. Laten we eens kijken of meer windingen het probleem op kan lossen door zoveel windingen te nemen dat we minimaal 200Ω hebben:



4 windingen levert nog maar 169Ω op en dat is nog steeds te weinig. 5 windingen levert 264Ω op en dat is voldoende. Maar dan moet de secundaire wikkeling 7 maal zoveel worden en dat is 35 windingen. Dat is dan weer erg veel. Dus op zoek naar een wat betere ringkern.

Aangezien ik nog een krat ringkernen moest bestellen bij kitsandparts.com, keek ik daar meteen voor een betere ringkern dan een FT240. In het lijstje onder Toroids stond er geeneen, want de grootste ferrietkern is ook daar de FT240. Maar ga je naar het orderformulier (Place Order), dan staat daar in de lijst ineens een FT290 (en dat is geen Yaesu set). En klik je dan op Details, dan krijg je de gegevens van deze kern te zien:


Physical Dimensions

OD(A) = 2.90 in / 73.65 mm +/- 1.50 mm
ID(B) = 1.53 in / 38.85 mm +/- 0.75 mm
Ht(C) = 0.50 in / 12.7 mm +/- 0.40 mm

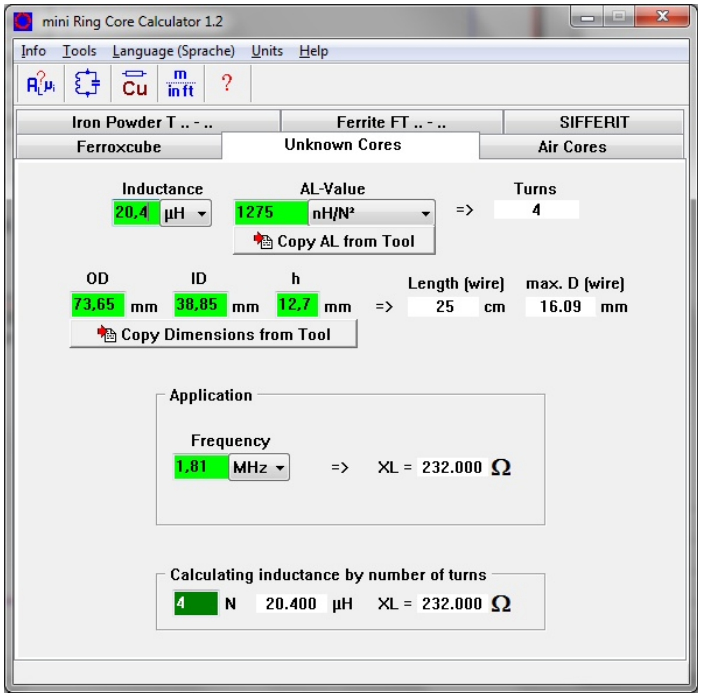
A_L=1275 +/- 20 %   uH=(A_L*Turns^2)/1000
Actual measured AL using 10 turns #28 wire

Temperature Stability (ppm /°C) = 12500

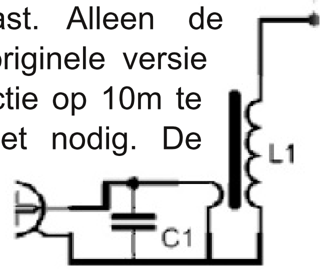
Color Code = shiny black

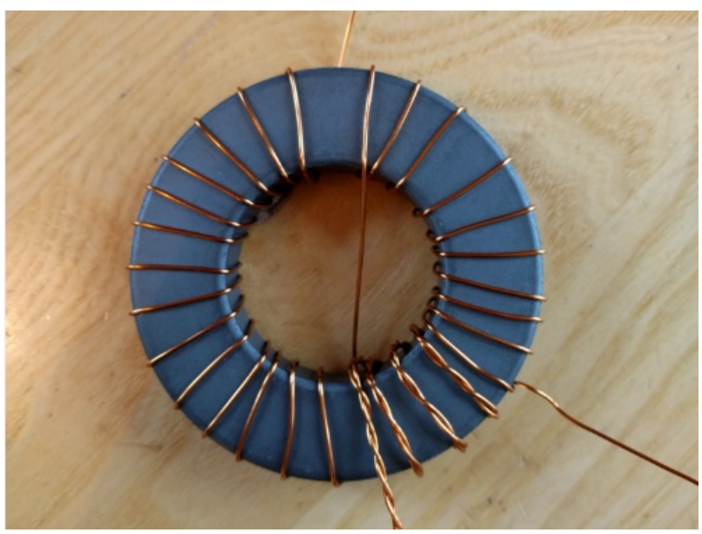
Application Freq Range
Wideband Transformers 5 - 400 MHz
Power Transformers 0.5 - 30 MHz
RFI Suppression 5 - 500 MHz

Volgens deze gegevens is de kern in elk geval geschikt om als vermogenstransformator op 1,8MHz te functioneren (0,5-30MHz). Wat kunnen we met deze gegevens? Nou, in (alweer) de Ring Core Calculator zit een tabje "Unknown Cores". Daar kan je de gegevens uit bovenstaande tabel invoeren. Van belang zijn de AL-waarde en de frequentie. Daarna kan je weer spelen met het aantal windingen om te zien wanneer je aan de minimale impedantie van 200Ω komt, en dat is bij 4 windingen. Daar hebben we al 232Ω en dat is voldoende.

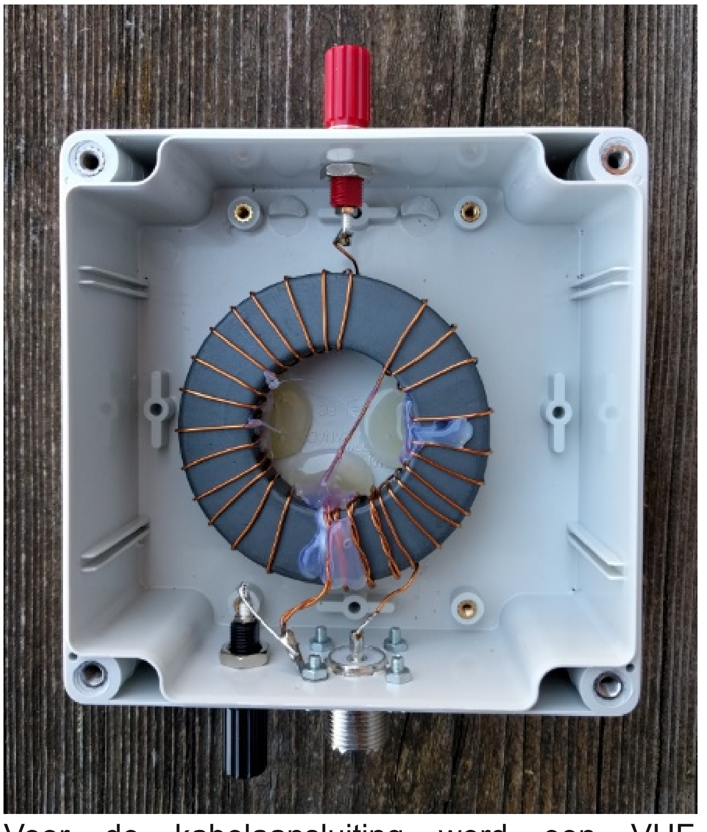


Voor de volledigheid kan je dan nog de OD (Outer Diameter), de ID (Inner Diameter) en de hoogte invoeren om de draadlengte voor het wikkelen te berekenen. De opbouw was niet anders dan bij de End-Fed voor 40-20-10m, zie het schemaatje hiernaast. Alleen de condensator, die bij de originele versie bedoeld was om de inductie op 10m te compenseren, is hier niet nodig. De primaire en secundaire wikkeling worden over 4 windingen bifilair gewikkeld. Na 14 windingen steken we over naar de andere kant van de spoel, zodat de aansluiting van de antenne tegenover de aansluiting van de voedingskabel komt te zitten. Uiteindelijk krijg je dan het onderstaande resultaat.





In het totaal heb je dan 4 windingen primair en 28 windingen secundair. Het geheel werd ondergebracht in een waterdichte behuizing, zie onderstaande foto.



Voor de kabelaansluiting werd een VHF connector gebruikt (piratenplug) en de top-aansluiting is voorzien van een Laboratorium bus (zoals dat bij Conrad heet) waar je een stekker in kunt steken of een draad onder vast kunt draaien. Naast de kabel aansluiting is een tweede Laboratorium bus geplaatst, waar radialen aan gemonteerd kunnen worden. Bij de End-Fed voor de hogere banden wordt dat meestal niet gebruikt, omdat een van de voordelen van een End-Fed zou zijn dat je geen tegencapaciteit nodig hebt. Dat is niet waar. Door de hoge impedantie in het voedingspunt loopt er vrijwel geen stroom, maar die loopt er wél. Doorgaans is de lengte van de voedingskabel voldoende om als tegencapaciteit te fungeren, maar bij 160m is dat maar de vraag. Vandaar de extra aansluiting.

De spoel is met lijm (hot glue) vastgezet zodat hij niet in het kastje gaat liggen rammelen en uiteindelijk de draden afbreken. In het deksel moest zo'n soort elastiek gelegd zodat de transformator waterdicht opgeborgen wordt. En dan natuurlijk zien of het ook werkt.

Nou, dat deed het. Als straler werd 77m draad gebruikt. Dat was rekening houdend met een verkortingsfactor van 0,95. In de praktijk had de antenne iets langer mogen zijn. Op 160m was de SWR op 1.840kHz nagenoeg 1:1, maar aan de lage kant (1810) liep dat op tot bijna 1:2 (nog steeds goed genoeg om zonder tuner te kunnen werken). Op 80m was de SWR aan de onderkant van de band, in het CW deel, eigenlijk te hoog (1:2,5) waardoor de set terug ging regelen. Maar vanaf ongeveer 3.650kHz was weer zonder tuner te werken. De 40m band is ook geprobeerd, maar daar zit je inmiddels op 2 hele golflengten en die band deed het gewoon niet goed. Het heeft geen zin om dat te proberen weg te stemmen, want dan ga je voorbij aan de essentie van de opbouw: een resonant antennesysteem. En bovendien hadden we voor 40m een End-Fed volgens het beproefde concept staan...

Conclusie

Een End-Fed voor 160m is met deze impedantietransformator goed aan te sturen, waarmee ook de 80m band prima uit de voeten kan. Voor de tegencapaciteit werd 30m draad op de grond gelegd, en dat was blijkbaar voldoende om de antenne goed te laten werken. De rapporten die we met deze antenne kregen, waren op 80m 20-30dB hoger dan met de 2x20m dipool antenne op ca. 8m hoogte. Op 160m waren de rapporten eveneens uitstekend, en een CQ in CW leverde op het Reverse Beacon Network steevast een reeks meldingen op vanuit een groot deel van Europa. Wil je alleen op 80m werken, dan volstaat de helft van de antennelengte, dus ca. 39m draad. Dan heb je nog steeds deze impedantietransformator nodig, want de transformator van de originele End-Fed heeft op 80m nog altijd een te lage impedantie, namelijk 83Ω. Deze transformator gebruiken op de hogere banden zal door de hoge zelfinductie waarschijnlijk niet werken. Maar dat zou je zelf eens kunnen proberen...

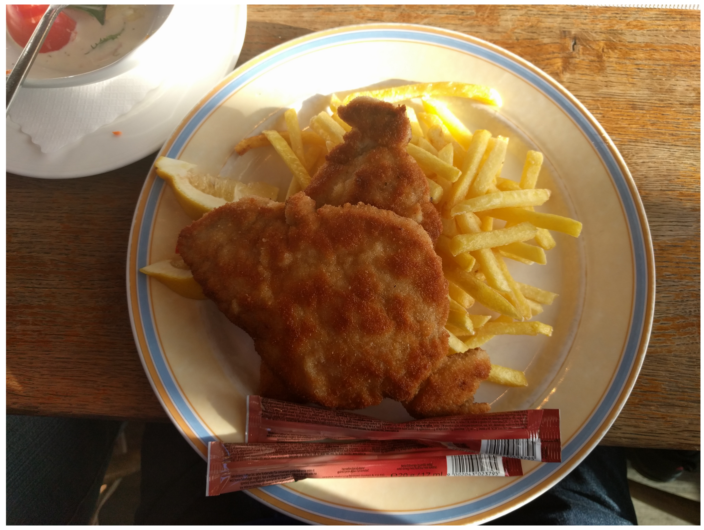
Expeditie/Experimenten verslag

Zaterdag 7 april om half 8 waren we de spullen in de auto aan het zetten, en zoals ieder jaar is dat passen en meten om alles er weer in te krijgen. Behalve 2 complete zendstations en de nodige antennematerialen gaan er ook dozen met onderdelen mee voor de experimenten en projecten die iedereen in 1 week wil proberen af te krijgen, wat overigens nog nooit gelukt is. Er gaat altijd veel te veel mee voor 1 week. En je kunt niet even Conrad of AliExpress bellen als je ver weg zit, dus er moeten voldoende reserve onderdelen mee voor je-weet-nooit.



Doordat de beschikbare ruimte minder was dan vorig jaar (5 man plus bepakking in 2 auto's in plaats van 7 man in 3 auto's) zijn de drones dit jaar niet meegegaan. Even na achten gingen we op pad, en toen bleek dat de APRS van Paul PA3DFR niet goed werkte. Hij zond wel bakens uit, maar zijn positie werd consequent weergegeven bij Badhoevedorp. En die kant gingen we toch echt niet op. Gelukkig werkte de APRS van Robert PA2RDK(-8) wel, en die gaf onze positie keurig weer. Die APRS is een onderhande zijnd project, waarover later meer.

De reis verliep voorspoedig, waarbij we ons verbaasde over de files aan de andere kant van de vangrail. Maar goed dat we daar niet in staan, riepen we nog... Aangekomen in Feldkirch konden we niet meer terecht bij ons vaste schnitzel restaurant, want dat is afgelopen september verkocht en daar zit nu een Italiaan in. Maar die schnitzels moesten er natuurlijk toch komen... Gelukkig had Rössle Park, waar we al meer gegeten hadden, schnitzels.



Bij aankomst in onze hut hebben we meteen de dipool in de lichtmast gehesen om QRV te worden.



Radiotafel ingericht, en eens kijken wat er te horen is. Nou, een ruisvloer van minimaal S8 en meestal meer. Dat hadden we nog nooit gehad. En aangezien we zo'n beetje alleen in het dal zaten, moest het bij ons zelf vandaan komen. En dat klopte: Frank PA3CNO had een "Dell Replacement Adapter" laten komen uit China, om een kapotte DELL voeding te vervangen.

Een betere vonkzender om in de oorlog de vijandelijke radioverbindingen te storen kan je je niet wensen. Nadat we die uit de spanning getrokken hadden en er een échte voeding aan gehangen was, was dat probleem ook weer opgelost en waren we klaar voor het maken van verbindingen.

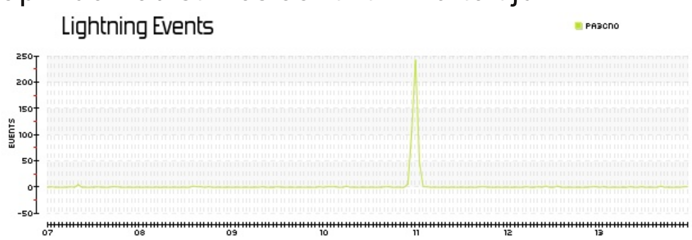


Op zondag veranderde de keukentafel langzaamaan in de bekende onverklaarbaar bewoonde woning: diverse projecten namen de beschikbare ruimte in, waardoor buiten de deur eten een logisch gevolg daarvan is, als je niet eerst een half uur wil besteden aan het leegmaken van de tafel.



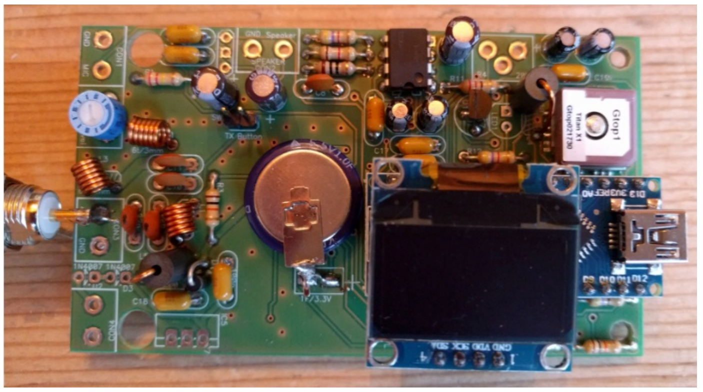
Een van de eerste projecten was de transformator voor de 160m End-Fed, want zodra de weersomstandigheden het zouden toelaten, wilden we ons ballon experiment gaan uitvoeren. Die zie je aan de rechterkant op de tafel liggen bij de lege stoel. De transformator is in het artikel hievoorafgaand reeds beschreven.

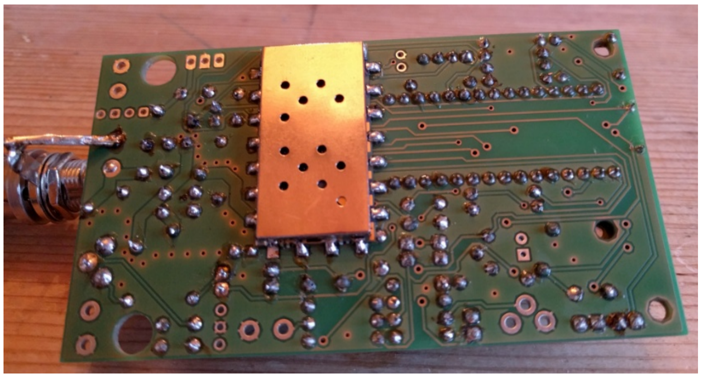
Robert PA2RDK richtte zich allereerst op de onweerdetector van PA1BM, die na de software update niet meer online wilde komen, ondanks dat alles verder in orde leek. Uiteindelijk lag de oorzaak in de timing na een hardware reset. In de nieuwste software wordt de WiFi module in slaap gezet, en als hij nodig is via een hardware reset weer tot leven gewekt. Daarom moet er ook een jumper op JMP3, want die verbindt de reset van de WiFi module met een lijntje van de Arduino. Alleen was in dit geval de timing een beetje kritisch: er werd al tegen de WiFi module gepraat voordat hij helemaal wakker was. In de nieuwe 2.6 software is dat opgelost: de Arduino wacht nu tot de module wakker is, en probeert dat 5 keer. Pas daarna geeft hij het op met een foutmelding in de log. Wat ook toegevoegd is, is een extra menu voor Spike Rejection. Door daarmee te spelen, kan de detectie nog betrouwbaarder gemaakt worden. Tijdens onze afwezigheid heeft het enorm gespookt in Zuid-Holland en de resultaten daarvan waren op diverse detectors goed te zien. De detectors die het gemist hebben, draaien vast nog geen versie 2.6. Updaten naar de laatste versie is echt een aanrader. Hieronder zie je hoe de detector van PA3CNO in de nacht van 10 op 11 april de 250 strikes aantikt in korte tijd.



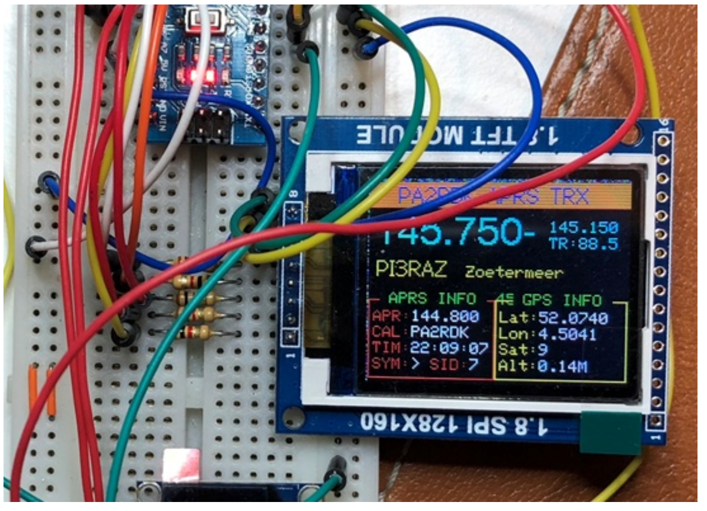
Het volgende wat nog gebouwd moest worden, was een APRS tracker. We hebben een ontwerpje op papier gezet met een Arduino, een GPS moduletje en een DRA818V (een complete VHF transceiver van 1W). Daar is een printje van ontworpen door een Sloveense amateur waar we ook de VHF transceiver vandaan haalden, en daarvan hebben we weer 10 exemplaren besteld. Deze zijn geleverd met de GPS module er al op gesoldeerd. Er hoeven nog maar een paar onderdeeltjes bij, en dan heb je een complete APRS tracker, die je uit b.v. een USB power pack kunt voeden. Er hoeft dan alleen nog maar een antenne aan om in APRS

uit te kunnen komen. Heel veel onderdelen zitten er niet op, en hoe het er uiteindelijk uitziet, zie je hieronder.





Aldus geschiedde, en zo ontstond de eerste APRS tracker waar Robert PA2RDK mee rond reed. Maar ja, bedacht hij. Dat ding staat het grootste deel van de tijd niets te doen. Als ik er nou eens een LM386 aan hang, en 'm in de tijd dat hij niets doet gewoon even op 145.750 zet, dan kan ik tenminste de gesprekken op de repeater volgen. En als je dan toch op de repeater luistert, kan er dan ook niet een microfoon aan zodat ik meteen een spreekijzer in de auto heb. En zo ontstond versie 2. Die was voorzien van een electret microfoon en een luidspreker in de vorm van een AliExpress Baofeng microfoontje (met luidspreker), en kon op 1 vooraf ingeprogrammeerde frequentie werken. Maar Robert zag de bui al hangen. Is het niet mogelijk om.... En ook dat kwam erin. Het OLED display op de basis tracker zoals op de foto getoond, werkt op basis van I2C. Robert maakte een tweede printje, met daarop een 128x160 kleuren display en een rotary encoder. Deze kan gewoon aangesloten worden op dezelfde connector als het OLED display. De I2C van de basis tracker herkent de extra print, en stuurt informatie over het aantal satellieten, de positie, of er een fix is en op welke frequentie de set naast 144.800 nog meer actief is, naar de extra print. Andersom kun je met de extra stuurprint een andere frequentie instellen, zowel simplex als met shift (voor de repeaters) en het sub audio kiezen. Het is niet zo dat je soepeltjes over de band kunt draaien op zoek naar een QSO, want het is een APRS tracker met spreek faciliteit, geen mobielset met APRS. De frequentie van de extra print wordt eens per 1 à 1,5 seconde opgehaald; daarom gaat over de band draaien niet zo soepel. Het werkt echter als een zonnetje. We hebben er de hele expeditieweek gebruik van gemaakt om op 145.350 onderling verbinding te houden.



Omdat 1W een beetje aan de krappe kant is (de APRS tracker van PA3CNO was vanuit het dal niet te horen met 1W, maar met een 7W eindtrapje wel) verdient het aanbeveling om er wat meer vermogen achter te hangen. Dat kan: onze Sloveense vriend Jure S52CQ heeft in zijn webwinkeltje een klein lineairtje waarmee je 7W kunt maken uit een DRA. Dat ding is trouwens een verhaal op zich: herinner je je ons VHF transceiver project nog? Daar zat óf een VHF, óf een UHF module in. Maar Jure vond uit dat de VHF module óók prima op UHF kan ontvangen, en beperkt kan zenden - met slechts een paar mW. Andersom geldt dat ook voor de UHF module: deze kan prima ontvangen op VHF, en daar met een paar mW ook zenden. De lineair van Jure maakt van deze paar mW weer 1W zodat je een complete dual band transceiver hebt met slechts één DRA.

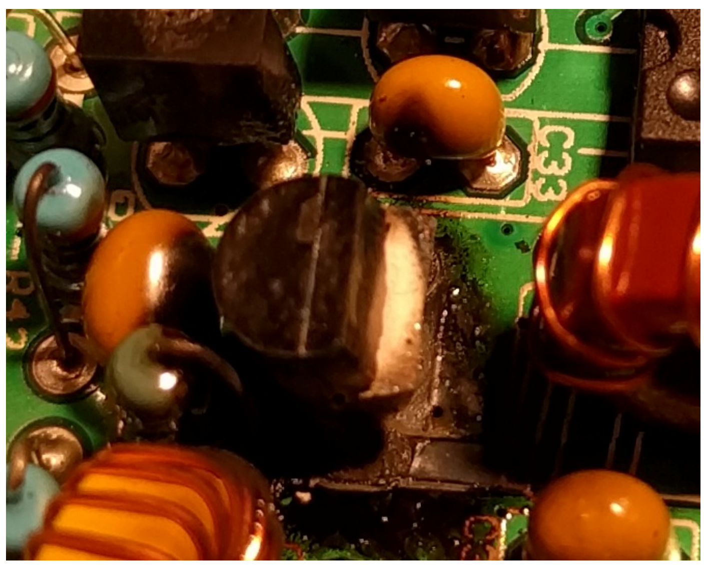


Maar je kunt deze lineair ook gewoon als 7W eindtrap voor de APRS tracker gebruiken. Robert gebruikt 'm op die manier, en dat dat werkt heb je kunnen zien aan ons APRS spoor heen een weer naar Liechtenstein. De eerste prototypes draaien nu dus. De link naar de lineair vind je HIER. Zodra alles productierijp is, zullen we er nog wel eens een compleet artikel aan wijden.

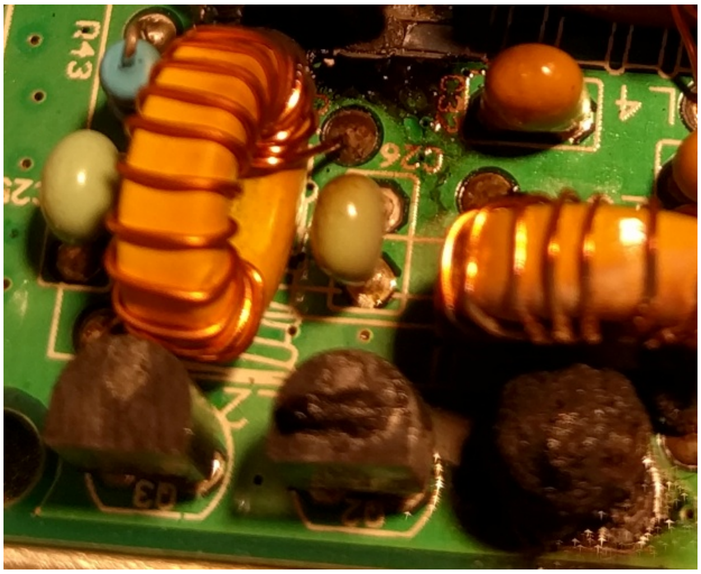
Een volgende experiment was de QCX transceiver van PA3CNO op WSPR laten draaien. Een GPS module die in eerste instantie aangeschaft was voor de APRS tracker bleek in tweede instantie niet nodig omdat de tracker print compleet met reeds gesoldeerde GPS module geleverd werd. Dus kon deze mooi ingezet worden voor de QCX transceiver. Sluit je een GPS module aan op de QCX transceiver, dan kan hij om te beginnen zijn twee kristal oscillatoren calibreren en een correctiefactor vastleggen in het geheugen. De ene kristal oscillator zit aan de ATmega328P processor en bepaalt de timing, en de tweede aan de Si5351 voor het opwekken van de frequentie. De QCX werd voorzien van een 6-polige mini-DIN connector waarmee de GPS met de transceiver verbonden kon worden. En nog een mooi feature van de QCX: op het moment dat de GPS een fix had, rekende hij ook meteen maar het QTH locatorvak uit waar we zaten... Op de foto rechts boven zie je de transceiver in bedrijf. Op het display de frequentie, het symboolnummer waar hij is, het symbool, de call, locatorvak en het vermogen in dBm (37dBm = 5W).



Vooral de eerste dagen was het interessant om de condities op 20m te volgen: ook om te zien wat het verschil was tussen de dipool en de vertical. Uiteindelijk hebben we de QCX een dag of 2 op WSPR laten draaien. En toen begon het te regenen. Nou en, zal je zeggen. We zaten met een paar amateurs aan de keukentafel toen er een penetrante schroeilucht onze kant op kwam. Wij op onderzoek waar dat vandaan kwam. Mans PA2HGJ, die aan het andere eind van de hut zat, had het wel geroken, maar aangenomen dat de keukenploeg wat aan het smelten was met de soldeerbout. Na enig onderzoek bleek het de QCX te zijn die zo stonk. Bij het openen van de behuizing bleek waarom: niet alleen de schakeltor in serie met de eindtrap was in twee stukken gebroken, maar de eindtorren waren niet veel meer dan een stukje steenkool op drie pootjes. Dat had een hoop slechter af kunnen lopen...



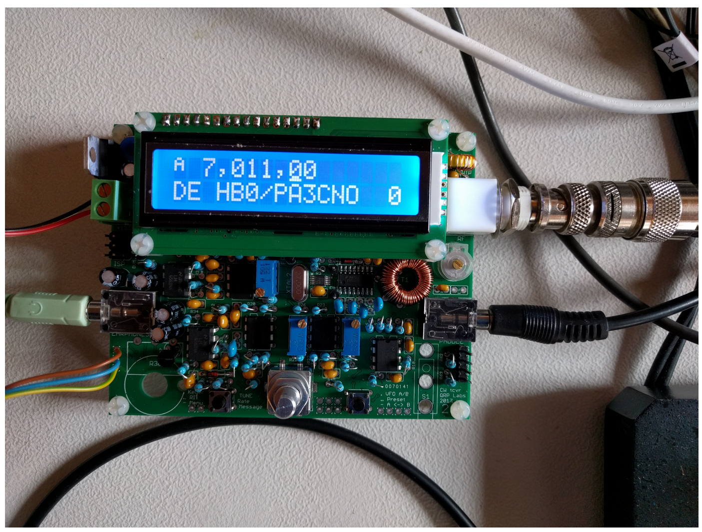
De schade aan de MPS2907, de schakeltor die de eindtrap in- en uitschakelt. Let op de aanslag op de omliggende componenten en de print.



Restant van de eindtransistoren. Vooral nummer 3 heeft een tijdje staan borrelen. Bovenaan de foto is ook nog wat zwart van de schakeltor te zien.

Maar waarom gaat dat na twee dagen ineens fout? Nou, ik stipte al even de regen aan. We weten inmiddels dat de neerslag in de bergen behoorlijk statisch kan zijn. twee jaar terug kostte ons dat nog een Red Pitaya, een laptop en een laptopvoeding door de overslag van de statische elektriciteit via de printen en connectoren van laptop en transceiver. Op het moment van het defect raken hing de QCX aan de vertical. De QCX zelf is niet geaard (want draait op een losstaand 12V voedinkje) en de antenne aansluiting heeft geen DC pad naar aarde. Vermoedelijk heeft een statische druppel een piek op de antenne veroorzaakt en één of meerdere FETs doen doorslaan. Dat heeft de MPS2907 schakeltransistor gemold, met een rookbom als gevolg. Het goede nieuws is dat er voldoende BS170 FETs in de voorraad zaten, en zelfs twee 2N2907 transistoren, die qua specs niet onderdoen voor de MPS2907. Na vervanging van deze vier transistoren werkte de QCX weer, maar we hebben 'm maar niet meer op WSPR gezet. Voor de zekerheid is ook een weerstand van 1k over de antenneconnector gesoldeerd om statische elektriciteit naar massa te leiden.

We blijven nog even bij de QCX, want ook Piet PE1FLO heeft de tijd in Liechtenstein gebruikt om zijn 40m QCX af te maken. In eerste instantie volgens de handleiding, waarbij er een dikke 3W uit kwam. Daarvoor is wel ongeveer de hele voorraad 220n condensatoren opgegaan, omdat in Piet's kit alle 5 470n condensatoren ontbraken. Die zijn vervangen door 2x 220n parallel, maar dan heb je er wel 10 nodig... Zoals in de vorige RAZzies te lezen was, zijn er inmiddels wat modificaties uitgekomen voor de QCX die toch wel belangrijk zijn. Piet's QCX met serienummer ergens in de 1700 had al wel de laatste revisie firmware v1.00e, dus die hoefde niet geprogrammeerd te worden. Maar er moest nog wel een weerstand extra aangebracht en een spoel verplaatst. Na het verplaatsen van de spoel werkte de processor niet meer en dat was te zien aan het display dat alleen nog maar blokjes gaf. De spoel bleek onderbroken en aangezien het alleen maar een smoorspoel betrof, werd deze vervangen door een ferrietstaafje met een stukje draad erdoor. De QCX van Piet bleek na de modificatie nog maar 1 Watt te leveren. Hij liet zich wel prima afregelen, dus dat was het probleem niet. Alleen het vermogen was ineens teruggevallen. Desondanks werd op de vertical met die 1W toch een verbinding gemaakt, nota bene met Nederland, PA3DJY!



Na enig meetwerk bleek dat schakeltransistor Q6 (alweer), die bij Piet's QCX uit een MPS751 bestond, een serieweerstand was geworden. In rust stond er 12V op de eindtorren waar dat nul had moeten zijn, en bij sleutel neer liep de spanning op de eindtransistoren door die serieweerstand terug naar 7V en als je in de handleiding kijkt bij de diverse grafieken, zie je dat 1W bij 7V heel normaal is... Dus ook deze

tor maar vervangen door de laatste 2N2907. Op de laatste dag in Liechtenstein had Piet nog een sked met Henny PA3HK en dat zou hij met de QCX willen proberen. Maar bij het tunen viel het vermogen van de eindtrap ineens weg! Uit de metingen bleek dat - jawel - Q6, de 2N2907 overleden was. Maar de reservetorren waren nu echt op.

Bij terugkomst heb ik daar wat onderzoek naar gedaan. Het blijkt dat de eerste reeks transceivers (in ieder geval die van Chris PA0OKC en van mij, met serienummers 887 en 888) nog een MPS2907 hadden voor Q6. Deze is in de hogere serienummers vervangen door de MPS751, omdat de MPS2907 nogal eens door "onbekende oorzaak" sneuvelde. Nou, zo onbekend is dat niet. De Ic_max van een MPS2907 is 600mA. Als de QCX 5W uitgangsvermogen heeft bij 12V en 85% rendement, is dat al 500mA. Ga je dan zitten tunen zoals wij met de QCX van Piet deden, dan kom je bij een forse misaanpassing makkelijk over die 600mA en dan is Q6 vertrokken. De MPS751 kan 2A hebben en zou er dus beter tegen moeten kunnen. Vermoedelijk is Piet's Q6 bij het aanbrengen van de modificatie, die aan die transistor gebeurt, overleden. Inmiddels is er een zak MPS751's besteld, want Chris wil 'm ook vervangen en ik vertrouw mijn QCX ook niet meer met die 2N2907.

Eén van de dingen waarmee we wilden experimenten dit jaar, was een halve golf verticale antenne voor 160m. Dus met verkortingsfactor mee kom je dan op ongeveer 77m draad. Aangezien een mast van 80m geen optie was, hadden we het plan opgevat om daarvoor een ballon gevuld met helium te gebruiken. Dan moet er uiteraard niet teveel wind zijn, want dan gaat een ballon alle kanten op en je wilt 'm uiteraard zoveel mogelijk recht boven je hebben. Doorgaans waait het in ons dal nauwelijks tot niet. De bergen aan weerszijden houden de landwinden tegen, en daarom konden we al die jaren lekker met drones vliegen. Maar dit jaar was de föhnwind vroeger dan normaal, en was er vrijwel constant een best stevige wind. Dan is een ballon oplaten geen optie.

Dat neemt niet weg dat je vast wat voorbereidingen kunt treffen. Willem PD0PYL had ons uit zijn archief drie Sounding Balloons ter beschikking gesteld. Omdat daar een datum van 1979 op stond, hadden we op de club vast 1 ballon opgeblazen om te zien of die niet als poeder uit elkaar zou vallen na bijna 40 jaar. Maar dat viel best mee. Voor de zekerheid hadden we bij een feestwinkel ook 3 Latex "reuzeballonnen" gekocht van 80cm doorsnee. Die kostten maar €3,25 dus daar hoef je geen hypotheek voor af te sluiten. Het enige probleem was, dat latex ballonnen maar 5-7 uur mee gaan volgens de specificatie. Dat moet waarschijnlijk van Brussel, omdat ze niet in het milieu achter mogen blijven. Dat kan je kunstmatig verlengen door er Ultra Float in te spuiten. Dat is een soort vloeibaar plastic dat voor een coating aan de binnenkant van de ballon zorgt, waardoor hij tot 25 keer langer mee kan gaan. We besloten om eerst maar zo'n ballon van Latex te proberen. Die werd gevuld met drie shots Ultra Float en buiten opgeblazen, want je moet er niet aan denken dat 80cm ballon met vloeibaar plastic klapt binnenshuis. Dan ben je de rest van de week aan het schoonmaken.

Het resultaat was niet indrukwekkend. 80cm klinkt als een heleboel en thuis in je woonkamer is het dat waarschijnlijk ook wel, maar als je er buiten mee in je handen staat en je realiseert je dat dat ding 77m koperdraad de lucht in moet trekken, dan slaat toch de twijfel toe.



Volgens opgave moet de 80cm ballon een trekkracht van 180g kunnen leveren. Maar dan moet daar nog wel het gewicht van het vloeibaar plastic af, en het zou me niet verbazen als het gewicht van de ballon zelf naar ook nog bijgeteld moet worden. En nadat maandagavond de ballon al geprepareerd was maar de wind onverminderd te sterk bleef, werd de ballon er niet beter op.

Dus toen het woendag eindelijk wat rustiger werd, besloten we om er een ballon van Willem aan te wagen. Die zijn een stuk groter, en vermoedelijk maakten ze zich in 1979 nog helemaal niet druk over het milieu maar moest zo'n ballon gewoon boven blijven. Het was de gok waard. Gastank eraan en blazen maar. Het resultaat was een alleszins redelijke ballon met flink veel meer trekkracht dan de party ballon.



De ballon werd voorzien van een nylon visdraad als ankerdraad, zodat niet de volledige trekkracht op de antennedraad zou komen. Voor de antennedraad was voorzien in 0,35mm koperdraad: de keuze voor deze dikte was een compromis tussen trekkracht en gewicht. Theoretisch zou de draad dan 88 gram moeten wegen, en zelfs de 80cm ballon had dat moeten trekken. Helaas was de vislijn een paar meter te kort, maar dat hebben we aangevuld met touw dat gelukkig in de hut nog voorradig was. En toen was het zaak om de ballon rustig te laten vieren, met handschoenen aan, want nylon draad kan aardig snijden. Het resultaat was een vertikale halve golf antenne voor de 160m band.



Voor 80m is de antenne een hele golflengte. De antenne deed het aan de hoge kant van 160m en 80m zonder te hoeven tunen (binnen de 1:2). Dat wil zeggen, op 160m vanaf 1840 en op 80m vanaf 3650. Hij was dus eigenlijk iets te kort. Mijn FT857 deed het daaronder ook zonder tuner, omdat de FT857 wat toleranter is ten aanzien van de SWR. Die vindt 1:2,5 ook nog prima. Daardoor kon ik zonder tuner op beide banden werken.

Zoals beschreven in het artikel over de 160m transformator, waren de resultaten ver boven verwachting. Alle tegenstations waren lyrisch in hun bewoordingen voor wat betreft de signaalsterkte: "Booming! Loud!". Mans PA2HGJ kreeg rapporten die onveranderd S9 plus veel waren: een Fins station beweerde zelfs S9+60dB! (Japanse set?).



De ballon was verankerd aan een van de gasflessen, en de transformator was met isolatieband op de doos van de tweede gasfles getaped. Aan de massa-aansluiting was nog een meter of 30 draad over het weiland uitgerold als tegencapaciteit. Voor een halve/hele golf antenne eigenlijk niet nodig, maar voor de zekerheid toch maar gedaan. Rond middernacht meldde Mans dat plotseling de signalen een stuk zwakker werden. Dus maar eens buiten gaan kijken. Daar bleek de wind inmiddels weer stormachtige proporties aangenomen te hebben, en zowel de gastank als de doos met de balun waren omgetrokken en een paar meter van hun plaats getrokken. De ballon stond horizontaal boven het veld achter ons, en met 3 man begonnen we om te proberen de ballon in te halen. Maar voor we goed en wel op dreef waren, was de spanning van de ankerkabel af en ook de antenne viel slap. De ballon was losgebroken en op weg naar het ISS... Er restte niets anders dan draad en antenne op te rollen en weer over te schakelen naar de dipool. Maar ja, die kon het bij lange na niet tippen aan de signalen van de vertikale antenne.



Vanwege de antennevergelijkingen maak ik even een sprongetje voorwaarts. Op vrijdag - de laatste hele dag in Liechtenstein - besloten we om er nog een 80cm ballon aan te wagen. Weliswaar was de wind nog steeds stevig, maar als we er die dag niets meer mee zouden doen, zou het er helemaal niet meer van komen. Bij het checken van de antenne- en ankerdraad kwamen we er achter dat we ongeveer 26m antenne en 20m vislijn kwijtgeraakt waren. Hij was dus niet bij de aanhechting met de ballon afgebroken, maar echt gewoon door midden. De verbinding met de ballon was dus stevig genoeg

geweest. Het koperdraad werd aangevuld en de vislijn vervangen door touw, en we maakten aanstalten om de ballon op te blazen. De gastank hoestte een beetje in de ballon, die daardoor wel iets opzwol, maar daar bleef het bij. Er was toch meer gas in de ballon van Willem gegaan dan we dachten. Het gas was op... Tot zover het ballon experiment.

Uiteraard zijn amateurs niet voor 1 gat te vangen. Mans had inmiddels uitgedokterd dat de paal met de camera's zo'n 65 meter van onze lichtmast voor de hut vandaan stond, en we besloten om de halve golf tussen de masten te spannen. Zo gezegd zo gedaan, en een half uurtje later hing er 77m draad tussen de twee lichtmasten en de ontbrekende meters werden aangevuld door een extra mast tegen het hek te binden.



Ook hier werden enige tientallen meters tegencapaciteit op de grond gelegd. Maar de resultaten vielen tegen. Om de beginnen zat het resonantiepunt nog steeds iets te hoog, ondanks dat we er wat meer draad aan gemaakt hadden. Het grootste probleem was echter dat de laagste SWR ergens rond de 1:1,8 tot 1:2 zat. Om de antenne te kunnen gebruiken, moest nu toch echt de tuner gebruikt worden. Ook de signalen waren echt niet veel beter dan met de dipool. En als je er even over nadenkt, is het ook wel logisch. In golflengtes hangt de antenne veel te dicht boven de grond. Daardoor gaat ook de impedantie omlaag, en de transformatieverhouding van 1:49 van de transformator zorgt dat de impedantie aan de kabel veel te laag wordt. De antenne werkte zelfs beter zonder tegencapaciteit. Als gevolg van de geringe hoogte boven het veld zal de antenne zowat recht omhoog stralen. En met een MUF die op korte afstanden de hele week nauwelijks boven de 4MHz kwam, schiet je op die manier alleen maar een gat in de atmosfeer. Dat verklaart ook de harde signalen met de ballon antenne: behalve dat je natuurlijk een hoop koper hebt om energie in te pompen, straalt zo'n vertical lekker laag af. En dan kunnen we wel een paar keer tegen de atmosfeer bonzen. Sowieso deden de vertikale antennes het dit jaar een stuk beter dan de dipool. Dat was ook al gebleken uit de WSPR rapporten. Lage opstraling is in tijden van slechte condities een must om nog enige afstanden te halen.

Verder is er een aanvang gemaakt met de bouw van een automatische antennetuner gebaseerd op een Arduino. Gert PE0MGB heeft die een jaar geleden al gebouwd en die gebruikt niet anders meer. Robert PA2RDK was er ook al aan begonnen, maar heeft zijn opbouw weer afgebroken om het op een andere manier op te gaan zetten. Het was de bedoeling dat hij daar in Liechtenstein weer aan zou beginnen, maar dit is voor hem een van die projecten die het niet gehaald hebben vanwege tijdgebrek. De tuner van PA3CNO is in zoverre af dat alle spoelen/condensatorblokken nu gesoldeerd zijn, inclusief alle relais (30!), en daar moet nog de directional coupler, de balun en de stuurelektronica voor gemaakt. Ook die is niet afgekomen in Liechtenstein maar dat komt in de loop van dit jaar wel.

Robert PA2RDK heeft zich ook nog bezig gehouden met LoRa transceivers: het Internet of

Things. Hij is er in geslaagd om data verzonden te krijgen via die LoRa modules, maar de beloofde afstanden van 10km zijn niet gehaald. Het is echter allemaal nog in een experimenteel stadium. Paul PA3DFR zat op een heel ander spoor: die was een GeoCache puzzel aan het programmeren, waarbij je een cache kunt vinden waarmee je eerst naar een andere locatie moet, waar hij pas geopend kan worden. Het ding zat vol met GPS- RFID en andere modules waarmee de puzzel zou moeten werken, en de uitdaging zat hier vooral in de software. Ook dat is nog onderhanden werk.



Traditiegetrouw wordt er altijd wel een avond gekookt. Normaal wordt dat verzorgd door onze culinaire experts Gert PE0MGB en Henny PA3HK, maar die moesten we door omstandigheden dit jaar missen. En dan blijken de overige expeditieleden toch ook over onverwachte kwaliteiten te beschikken. Op dinsdag zorgde Robert PA2RDK voor een ketel Goulash soep met een stapel pannenkoeken met spek, en op woensdag deed Mans PA2HGJ daar niet voor onder met een heerlijke nasi. Woensdag zouden we sowieso niet uit eten gaan, omdat op die avond geprobeerd zou worden om verbinding te maken met ons clubhuis. Het was immers verenigingsavond. Maar dat viel niet mee. De verbinding was moeizaam: zowel op 80m als op 40m ging het niet echt soepeltjes. We bediscussieerde de antenne op het clubhuis: een U-antenne (vanwege de ruimte). Ook hier hetzelfde probleem: de antenne straalt op 80m bijna recht omhoog (zie ook de berekeningen van de clubantenne in [deze link](#)) en zoals we al wisten, is dat in tijden van slechte condities niet handig. Je kunt niet vertrouwen op multi-hop met een MUF van nog geen 4MHz op 100km afstand. Je moet laag opstralen en dat doet de antenne niet. Maar goed, het is uiteindelijk wel gelukt, en daar gaat het om.

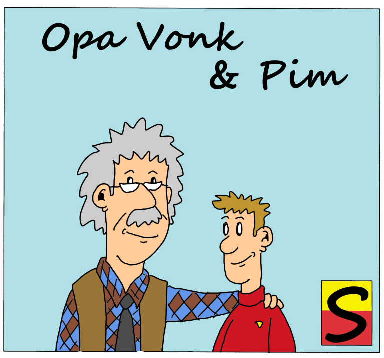


En toen was het weer voorbij. De week is omgevlogen. Ondanks de condities zijn er nog redelijk wat verbindingen gemaakt. Ook dit jaar viel er een geomagnetische storm midden in

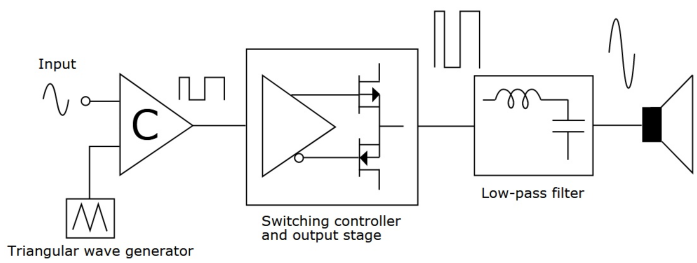
onze week, en was 20m helemaal dicht. Pas donderdag ging deze open, maar toen stroomden de Amerikanen en Canadezen dan ook uit de luidspreker. Verste afstanden dit keer: Belize op 80m en Cuba op 40m. Niet gek, gezien de condities. We hebben weer een hoop ideeën opgedaan voor projecten die we eventueel als kit uit kunnen brengen. De eerste zal wel de APRS tracker worden. Deze laten we als kit samenstellen door Jure S52CQ, aangezien de logistiek, de kosten en de tijd die er in gaat zitten, voor zo'n klein cluppie als het onze een beetje teveel wordt.

Op zaterdag 14 april namen we het tunneltje van 09:00 en ving de terugreis aan. De hoofdtunnel tussen Triesenberg en Steg is namelijk van 5 april tot 9 mei afgesloten, dus kon je 4 minuten per half uur door de oude bergtunnel: vanaf Steg elk heel en half uur, en vanaf Triesenberg om kwart voor en kwart over het uur. Je tijdslot missen betekent een half uur wachten. Overigens niet voor Liechtensteiners, want nadat we groen licht hadden gekregen (letterlijk) hadden we binnen de eerste 50 meter al een tegenligger te pakken, die vol door rood moet zijn gereden. Gelukkig was er net op dat moment een passeerstrook. De terugreis ging wat minder voorspoedig dan de heenreis, want de files die we toen hadden zien staan, stonden er nog steeds. Maar nu met ons erin. We hebben zeker twee uur vertraging gehad in Duitsland, maar uiteindelijk zaten we om een uur of 7 bij Van der Valk Vianen voor de laatste gezamelijke maaltijd.

Bij deze willen we iedereen bedanken voor het meeleven met onze avonturen in de vorm van de commentaren op Facebook, de WhatsAppjes, de verbindingen en de rapporten. Het ballon experiment is zeker geslaagd, ook al was het van korte duur, en voor herhaling vatbaar. Mni tnx es vy 73 van de hele crew, en tot een volgende keer!



Pim kwam het piephok van zijn Opa Vonk binnenstormen met onder zijn arm een stel kopieën uit diverse bladen. Opa schrok even van deze plotselinge invasie, maar keek toen geïnteresseerd naar de papieren die zijn kleinzoon bij zich had. "Laat me raden. Je hebt iets gevonden waar je uitleg over wil?" Pim knikte. "U heeft toen eens uitgelegd hoe het zat met klasse-instellingen in eindversterkers. Dat ging over klasse A, B en C, waar je een eindtrap in kan zetten al naar gelang deze lineair moet zijn of niet. Maar ik heb nu gevonden dat er ook klasse D, E en F bestaat. Hoe zit het dan daarmee?" vroeg Pim. "Dat klopt", zei Opa. "Bij de klassen A, B en C wordt de transistor gedurende de tijd dat hij wél geleidt, nog als lineair element gebruikt. Dat is bij de klassen D, E en F niet meer het geval. Klasse D zie je veel in audioversterkers, met name versterkers voor subwoofers. Bij klasse D gebruik je de transistoren in de eindtrap niet meer als lineaire onderdelen, maar als schakelaars. Deze schakelen de uitgang beurtelings naar de voedingsspanning en naar massa. Het uitgangssignaal wordt in het ritme van het ingangssignaal in breedte gewijzigd: dit heet puls breedte modulatie. Dat ziet er uit als volgt:



C is een comparator (vergelijker), bijvoorbeeld een Opamp. Op de ene poot wordt een driehoek signaal aangeboden met hoge frequentie. Op de andere poot wordt het ingangssignaal aangeboden. Afhankelijk van het niveau van het ingangssignaal wordt de uitgang korter of langer hoog, maar deze schakelt altijd tussen voeding en massa. Het signaal wordt nu aangeboden aan een stuurtrap die de twee eindtransistoren

aanstuurt (in dit geval FETs). Het pulsbreedtesignaal wordt daarna door een laagdoorlaatfilter gehaald, en wat aan het einde overblijft is weer gewoon analoog audio: namelijk de gemiddelde waarde van het signaal. Is de puls smal, dan is de gemiddelde waarde laag, en is de puls breed, dan is de gemiddelde waarde hoog. De transistoren zijn óf aan en dan loopt er wel stroom maar staat er geen spanning over, óf ze zijn uit en dan staat er wel spanning over maar loopt er geen stroom. De transistoren zijn nooit tegelijk aan, waardoor de stroom alleen maar door het laagdoorlaatfilter en de luidspreker kan vloeien. De efficiency die je met zo'n eindtrap kunt halen, kan makkelijk meer dan 90% bedragen en dat is veel beter dan je met klasse A of B haalt. Klasse C is sowieso ongeschikt voor lineaire versterking.

Er zijn twee uitdagingen bij het ontwerp van stuurschakelingen voor MOSFETs die in klasse D werken, en dat is om de dode tijd en de lineaire mode zo kort mogelijk te houden. De "dode tijd" is de periode in het schakelproces waarbij beide MOSFETs in Cut-Off Mode gestuurd worden en dus allebei "uit" staan. De dode tijd moet zo kort mogelijk gehouden worden om het uitgangssignaal zo nauwkeurig mogelijk het ingangssignaal te laten volgen en daarbij de vervorming van het uitgangssignaal zo klein mogelijk te maken. Maar als je de dode tijd te kort maakt, loop je de kans de MOSFET die "uit" staat al in geleiding te gaan sturen voordat de MOSFET die "aan" stond, helemaal uit geleiding is. Daarbij sluiten de MOSFETs effectief de voeding kort met hun serieschakeling, een conditie die bekend staat als "shoot-through" (doorschieten). Daarbij moeten de MOSFET drivers ook nog eens de MOSFETs zo snel als mogelijk tussen "aan" en "uit" laten schakelen om de tijd dat een MOSFET in Lineaire Mode staat, te minimaliseren. De Lineaire Mode is de staat tussen Cut-Off Mode (tor uit) en Saturation Mode (verzadiging, tor aan), waarbij de MOSFET niet helemaal aan, maar ook niet helemaal uit is, en waarbij er stroom loopt door een niet te verwaarlozen weerstand, waardoor een hoop warmte ontstaat. Fouten in de aansturing waarbij shoot-through en/of te lang lineaire mode onstaat, resulteren in grote verliezen en soms catastrofale gevolgen voor de MOSFETs. Het gebruik van pulsbreedtemodulatie als modulator heeft nog een ander probleem: als het geluidsniveau in de buurt van de 100% komt, worden de pulsen zo smal dat het een uitdaging wordt voor de stuurschakeling en de MOSFETs om er nog op te reageren. Deze pulsen kunnen terugvallen tot een paar nanoseconden en dat kan resulteren in bovenstaande problemen met shoot-through en/of Lineaire mode.

Waar je ook aan moet denken, is dat klasse D versterkers speciale eisen stellen aan hun voeding, namelijk dat deze in staat is om vermogen uit de belasting terug op te nemen. Reactieve (capacitieve of inductieve) belastingen slaan gedurende een deel van de cyclus energie op en geven een deel van die energie later weer terug. Lineaire versterkers zetten deze teruggegeven energie om in warmte, maar klasse D versterkers geven die energie terug aan de voeding die daar op een of andere manier mee om moet kunnen gaan. Bijvoorbeeld een klasse D versterker in halve brug configuratie draagt energie van de ene voedingslijn (bijvoorbeeld de positieve) over naar de andere voedingslijn (bijvoorbeeld de negatieve) afhankelijk van de richting van de uitgangsstroom. En dat is niet afhankelijk van of de belasting een pure weerstand is of niet. De voeding moet óf voldoende mogelijkheden hebben om energie op beide voedingslijnen op te slaan, óf moet deze energie terug kunnen geven.

Het grootste voordeel van klasse D versterkers is dat ze efficiënter zijn dan lineaire versterkers, waarbij minder warmte gedissipeerd wordt in de transistoren. En omdat daardoor grote koelplaten niet meer noodzakelijk zijn, zijn klasse D versterkers een stuk lichter dan analoge versterkers, en dat is een belangrijke overweging bij draagbare geluidssystemen en basversterkers. Toepassingen vind je voornamelijk in vermogensversterkers waarbij de gewenste band-

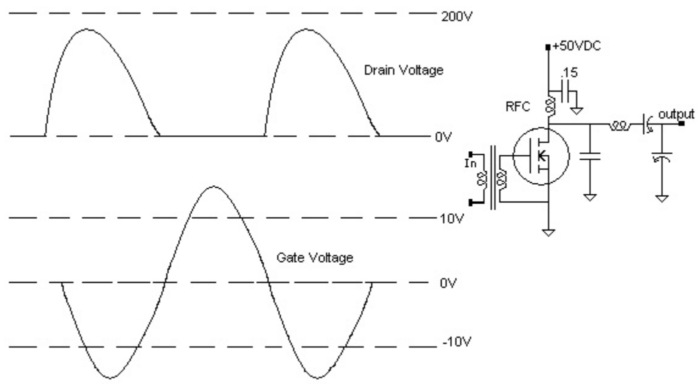
breedte een heel stuk onder de schakelfrequentie ligt. En dus is deze techniek prima toe te passen in de audio wereld, maar niet in de HF wereld waarbij je zeer hoge schakelfrequenties zou moeten toepassen om bijvoorbeeld een 30MHz signaal nog lineair weer te kunnen geven.

En dat brengt me bij de klasse E en F versterkers, die weer specifiek voor HF ontwikkeld zijn. Het idee achter klasse E is om de effecten die de diverse capaciteiten van een MOSFET hebben op de efficiency en de werking op hoge frequenties, te reduceren of elimineren. De belangrijkste mode is hierbij dat de MOSFET alleen maar ingeschakeld wordt als er geen spanning overheen staat. Dat elimineert de schakelverliezen (lineair mode), een van de belangrijkste verliesfactoren bij de meeste HF versterkers.

Binnen een MOSFET zijn er drie capaciteiten van belang: de ingangscapaciteit, de uitgangscapaciteit en de zogenaamde "transfer" (draingate) capaciteit. De effecten van de capaciteiten binnen een MOSFET kunnen verkleind worden door die capaciteiten onderdeel te maken van een resonantieschakeling in plaats van energie te "dwingen" om in en uit de capaciteiten te stromen, en door de timing van het schakelen van de MOSFET zo te controleren dat deze alleen ingeschakeld wordt als de uitgangscapaciteit ontladen is. Laten we eens kijken naar deze parameters.

De eerste capaciteit die we in aanmerking moeten nemen voor zover het werken in klasse E van toepassing is, is de drain ofwel uitgangscapaciteit. Deze capaciteit staat tussen drain en source. In normale schakeltoepassingen wordt deze capaciteit simpelweg geladen en ontladen door de MOSFET(s). Maar naarmate de frequentie toeneemt, is er steeds meer stroom nodig om deze MOSFET capaciteit te laden en ontladen. Als deze stroom door de MOSFET loopt, dan zal de inwendige weerstand van de MOSFET vermogen dissiperen. De efficiency zakt dramatisch in elkaar naarmate de frequentie hoger wordt. In klasse E worden de waarden van het uitgangsnetwerk zo gekozen, dat de uitgangscapaciteit onderdeel is van het totale resonantiecircuit. De condensator wordt "geladen" door het flyback effect (uitslingering) van de afgestemde kring.

De tekening hieronder toont een standaard klasse E HF uitgangstrap, en de drain en gate spanningsgrafieken voor als de zaak goed afteregeld is. De gelijkspanning die in dit voorbeeld aan de drain wordt toegevoerd is 50VDC. Merk op dat de HF piekspanning op de drain oploopt naar bijna 200V.



De schakeling inclusief de waardes voor resonantie zijn zo gekozen dat de drain capaciteit (en de parallelcapaciteit van drain naar massa) volledig ontladen is (drain spanning daalt naar 0V) voordat de MOSFET ingeschakeld wordt. Op deze manier wordt de MOSFET alleen ingeschakeld (door de spanning op de gate) als er geen spanning meer over de MOSFET staat tussen drain en source. Spanningstechnisch gezien doet de MOSFET eigenlijk niets als hij ingeschakeld wordt.

De gate, of "ingangs" capaciteit, maakt het moeilijk om de MOSFET soepeltjes aan te sturen op hoge frequenties. Bij de meeste MOSFETs is deze capaciteit erg hoog - in sommige gevallen in de orde van duizenden picoFarads voor een enkele MOSFET. Dat zijn waarden die je voor HF als kortsluiting kan beschouwen in de buizenwereld, maar normaal zijn in de wereld van de MOSFETs. Er zijn verschillende manieren om met deze ingangscapaciteit om te gaan. Eén manier is om de capaciteit onderdeel de maken van een

resonantieschakeling, en dit aan te sturen met een stuurtrap met zeer lage impedantie. Een andere manier is om de gate capaciteit te laden met het opslingeren van een spoel. En nog een manier is om een step-down transformator te gebruiken, met een enkele secundaire winding van dik draad, en meerdere primaire windingen die direct door een HF bron aangestuurd worden.

Alle energie die in de gate gestopt wordt, gaat verloren in de vorm van warmte, veroorzaakt door het laden en ontladen van de gate capaciteit, en door het opwarmen door de weerstandscomponent van de gate impedantie. Deze weerstand bevindt zich in de MOSFET, en varieert tussen verschillende typen. MOSFETs met metal gate structuren zijn in dit opzicht veel beter, en kunnen op hogere frequenties werken dan MOSFETs met een silicium gate. Maar de metal gate MOSFETs zijn weer stukken duurder ten opzichte van een silicium variant met dezelfde belastbaarheid.

De gate hoeft maar tot ongeveer 12V (positief) aangestuurd te woorden; dat is 24V piek-piek. Daarmee wordt de MOSFET volledig in verzadiging gestuurd. Het is mogelijk om de MOSFET met een blokgolf aan te sturen, maar naarmate de frequentie toeneemt, wordt de hoeveelheid vermogen dat nodig is om een blokgolf in de gate capaciteit te krijgen, extreem hoog (een blokgolf heeft immers veel hoge harmonischen waarvoor de gate capaciteit vrijwel een kortsluiting is). Over het algemeen is een driehoeksvorm het beste compromis tussen goede schakeltijden en benodigd stuurvermogen.

De terugkoppel (drain-gate) capaciteit beïnvloedt de mate waarin de MOSFET bij hoge frequenties kan schakelen als er hoge spanningen aanwezig zijn op de drain. In het ideale geval kies je een MOSFET met een kleine terugkoppelcapaciteit (ook wel Miller capaciteit genoemd). Die terugkoppelcapaciteit zorgt ervoor dat de drainspanning "tegen" de gate spanning werkt. Verbeteringen in technologie en fabricagetechnieken hebben deze capaciteit de laatste jaren drastisch verlaagd. Let op deze waarde, in combinatie met de gate capaciteit, als je een MOSFET moet kiezen voor HF toepassingen. Hoe lager de gate capaciteit, hoe meer de MOSFET geschikt is voor HF.

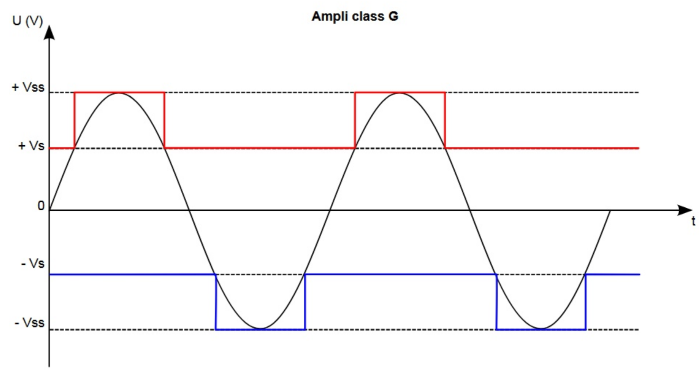
Klasse F is nog een stukje complexer. In push–pull versterkers heffen de even harmonischen elkaar op. Uit experimenten blijkt dat je met dat soort versterkers een blokgolf kunt genereren. Theoretisch bestaan blokgolven alleen uit oneven harmonischen. In een klasse D versterker blokkeert het uitgangsfilter alle harmonischen, ofwel de harmonischen zien geen belasting. Dus volstaan kleine stromen in de harmonischen om een spanningsblokgolf te genereren. De stroom is in fase met de spanning die aan het filter toegevoerd wordt, maar de spanning over de transistoren is uit fase. Daardoor is er een minimale overlap tussen de stroom door de transistoren en de spanning over de transistoren. Hoe steiler de flanken, hoe kleiner de overlap.

Waar in klasse D de transistoren en de belasting uit twee aparte modules bestaan, tolereert klasse F onvolkomenheden zoals de parasitaire waarden van de transistoren en probeert om het systeem te optimaliseren zodat er een hoge impedantie ontstaat voor de harmonischen. Natuurlijk moet er wel een eindige spanning over de transistor staan om de stroom door de aan-weerstand te duwen. Omdat de opgetelde stromen door beide transistoren voornamelijk in de eerste harmonische zitten, ziet dit eruit als een sinus. Dat betekent dat de maximale stroom moet lopen in het midden van de blokgolf, dus is het logisch om een dip in de blokgolf te hebben of in andere woorden, om wat opslingering in de spanning van de blokgolf te hebben. Een belastingsnetwerk voor klasse F moet zenden onder een afsnijfrequentie en daarboven reflecteren.

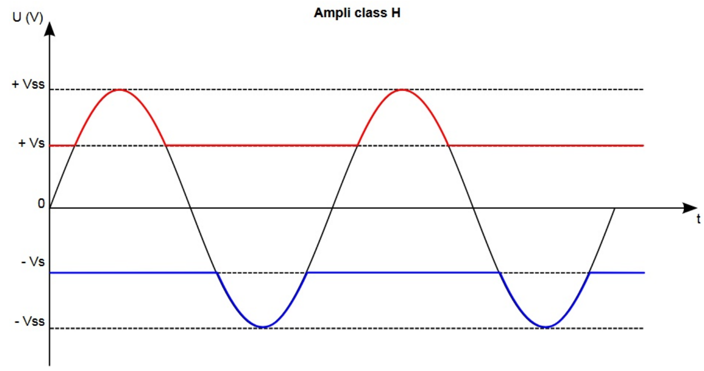
Elke frequentie die onder de afsnijfrequentie ligt en waarvan de tweede harmonische daarboven ligt, kan versterkt worden. Dat betekent een

bandbreedte van 1 oktaaf. Aan de andere kant kan een seriekring met een grote zelfinductie en een afstembare capaciteit makkelijker te implementeren zijn. Door de duty cycle kleiner te maken dan 0,5 kan de uitgangsspanning gemoduleerd worden. De vorm van de blokgolf degradeert dan wel, maar oververhitting wordt gecompenseerd doordat er minder stroom loopt. Een misaanpassing van de belasting achter het filter heeft dan alleen maar effect op de grondgolf, dus heeft alleen een weerstands-belasting nut. Want dan geldt: hoe lager de weerstand, hoe hoger de stroom.

Een klasse F versterker kan aangestuurd worden door een sinus of een blokgolf, omdat bij een sinus de ingang afgestemd kan worden met een spoel om de versterking te vergroten. Wordt klasse F geïmplementeerd met een enkele transistor, dan wordt het filter gecompliceerd omdat ook de even harmonischen nu kortgesloten moeten worden. Alle voorgaande ontwerpen gebruiken steile flanken om de overlap te minimaliseren." Opa pauzeerde even, omdat hij zijn kleinzoon Pim met een glazige blik voor zich uit zag kijken. Opa herkende dat: het was allemaal een beetje veel aan het worden. "En zijn we er dan, met al die klassen?" vroeg Pim. "Nee", grinnikte Opa. "Er bestaat ook nog klasse G en H. Bij klasse G is er sprake van een klasse AB versterker waarbij de voedingsspan-ning schakelt tussen een aantal vaste waarden naarmate het uitgangssignaal dichter bij de voedingsspanning komt te liggen. Bijvoorbeeld: er zijn rails van 12, 24 en 48V. Komt de uitgangsspanning in de buurt van de 12V, dan schakelt de voeding naar de 24V rail. Komt de uitgang in de buurt van de 24V, dan schakelt hij naar de 48V rail. Zo houdt de versterker de dissipatie in de voeding laag. Klasse H heeft dat concept nog verder geperfectioneerd door een oneindig aantal ´rails´ toe te passen; feitelijk een glijdende voeding die zich aanpast aan de amplitude van het uitgangssignaal. Dat vind je vooral bij de duurdere vermogensversterkers in het audiogebied. In de HF wereld wordt het niet zo vaak toegepast. Zie de plaatjes rechtsboven voor hoe dat er ongeveer uitziet."



Meeschakelende voeding van een klasse G eindtrap



Ideale klasse H voedingsspanningsmodulatie

"Dat is mooi", zei Pim. "Maar ik heb de kennis niet om nu zomaar een klasse E of F eindtrap te ontwerpen. Als ik het allemaal goed begrepen heb, kan je een normale breedband lineaire versterker over een breed frequentiegebied gebruiken, dus bijvoorbeeld een lineair voor 3-30MHz. Het enige wat ik dan moet doen, is mijn laagdoorlaatfilters aan de uitgang omschakelen om aan de eisen van het AT te voldoen. Maar aan de versterker hoeft niets aangepast als ik van band verander." "Klopt", beaamde Opa. "Dat zijn de normale klasse AB of B versterkers". "Maar bij een klasse E eindtrap maakt de eind-transistor onderdeel uit van het resonantiecircuit en kan ik dus niet zomaar omschakelen", zei Pim. "Goed opgelet", zei Opa. "Die worden meestal ontworpen voor één band. Een voor-beeld daarvan is de momenteel populaire QCX transceiver, die met 3 BS170's parallel 5W haalt zonder deze transistoren te koelen, domweg omdat ze in klasse E nauwelijks vermogen dissi-peren. Maar als je het zelf wil proberen: er staat een spreadsheet op http://bit.ly/2KkJZRF waar-mee je een klasse E eindtrap met de meest gangbare transistoren kunt berekenen". "Gaaf! Ga ik gelijk proberen!" riep Pim. En weg was hij.

Goedkope digitale USB interface

Kevin Loughin, KB9RLW

Ik wilde een betere interface tussen de computer en mijn radio dan dat ik op dat moment in gebruik had, een rechtstreekse verbinding met de geluidskaart van de computer. En aangezien ik al een tijdje zonder werk zit, kon ik me geen $100 veroorloven voor een commerciële Signalink interface, dus heb ik er zelf een gebouwd. Daarnaast wilde ik ook eens een Arduino gebruiken in een amateur radio project. Dat werkte zo goed, dat ik besloot om het hier te publiceren. Als je er zelf een bouwt en je vindt het leuk, laat het me weten.

Het schema staat hieronder. Ik heb ook een Youtube video gemaakt van dit project, welke de zien is via deze link:
https://www.youtube.com/watch?v=FHshPd52I-w

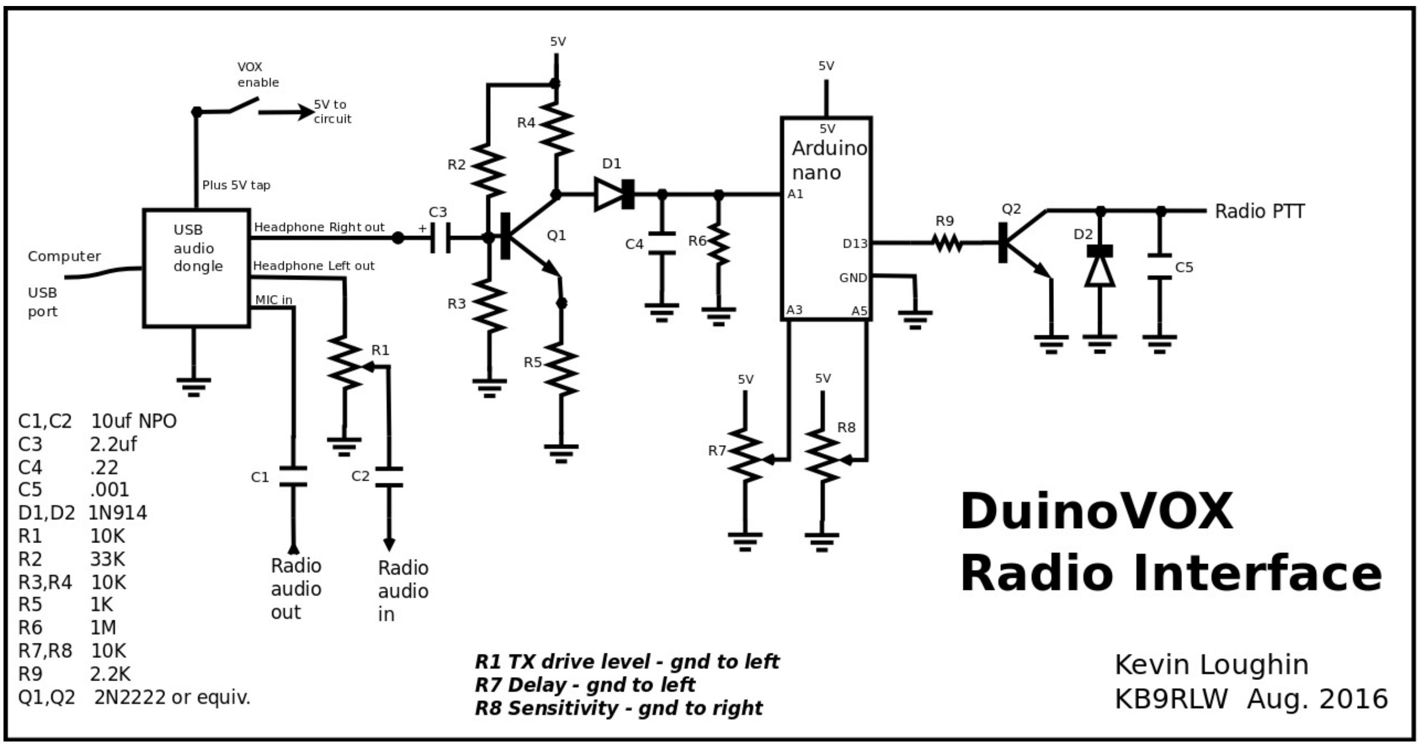


Het schema

De USB sound dongle is te koop op bijvoorbeeld Amazon.com voor minder dan $10. Zoek naar "USB sound adapter" en je vindt tientallen van die dingen. Neem er een met een gesplitste plastic behuizing zodat je 'm uit elkaar kunt halen. Je moet de +5V en massa aftakken van de USB connector, en dat zijn de buitenste pennen van de 4-polige connector. Check wel even met je universeelmeter waar de plus en de min zit.

Je kunt standaard 3,5mm stekkers gebruiken om de sound adapter aan te sluiten, maar je kunt de stekkerbussen er ook af solderen en het geluid direct van de print af halen met dunne coax of andere afgeschermde kabel.

Het geluid dat van de USB sound adapter af komt, heeft een lage spanning: op maximum volume zo'n 1,7Vtt. Aangezien de Arduino alleen naar positieve spanningen kijkt, is dat op zijn



best 900mV. Afhankelijk van het moment dat je het signaal bemonstert, kan de golfvorm van het signaal op elk willekeurig niveau tussen nul en 0,9V zijn. Niet genoeg.

Dus is een simpele versterker met Q1 toegevoegd die het ingangssignaal op de volle 5V brengt tijdens de pieken. Het versterkte signaal gaat vervolgens door D1 en laadt C4. D1 voorkomt dat de condensator zich weer ontlaadt via de transistor, dus loopt de spanning met het volume vol open op tot zo'n 4,4V DC. Dat geeft een uitstekend bereik op de ingang van de Arduino, en daardoor kan je de instelling van de gevoeligheid doen in de software.

R6 ontlaadt de condensator weer als het geluid stopt. Q2 wordt gestuurd met het PTT signaal uit de Arduino en legt de PTT lijn van de radio aan massa om deze op zenden te zetten.

Bouw aantekeningen

Ik gebruikte niet-gepolariseerde condensatoren voor C1 en C2 omdat ik die had liggen, maar gewone elektrolytische condensatoren doen het daar prima. Maak je je zorgen over de isolatie, dan kan je twee 600:600 Ohm transformatoren toepassen.

C4 is niet kritisch. Heb je geen 0,22uF, zet dan twee maal 0,1uF parallel.
R7 en R8 hoeven geen 10k te zijn, alles vanaf 10k is goed, en ze hoeven ook niet dezelfde waarde te hebben.
C3 mag van alles zijn van 1uF tot 10uF

Nog een belangrijke tip over deze interface. Zet op je computer het afspeelvolume voor de interface geluidskaart op maximum, en gebruik de Drive potmeter om het niveau naar je set te regelen. Dan heeft de vox schakeling genoeg signaal om mee te werken.

De Arduino source code kan je downloaden van de PI4RAZ website. Deze code moet je direct in de Arduino IDE kunnen laden. Heb je daar problemen mee, laat het me weten en ik email je het bestand.

73 Kevin KB9RLW

Links:
Source code: http://bit.ly/2Fp92iA
Mijn Youtube kanaal: http://bit.ly/2HA7nNq



Afdelingsnieuws

Op koningsdag zat ik naar het DX cluster te kijken, en daar werden gedurende de dag diverse verbindingen op 6m en 4m gemeld. Het Es seizoen lijkt dus weer begonnen, dus let ook weer eens op de VHF banden voor interessante verbindingen!

Afdelingsbijeenkomsten

Dan de afdelingsbijeenkomsten: in mei zijn de afdelingsbijeenkomsten op de woensdagen 9 en 23 mei. Op 9 mei zal ijs en weder dienende de QSL manager er zijn voor het uitwisselen van de kaarten. De ADIF-files van ons log uit Liechtenstein zijn inmiddels geüpload naar zowel eQSL en LotW, dus degenen die met ons verbinding hebben gemaakt, zouden deze inmiddels bevestigd gekregen moeten hebben.

Vanaf 20:00 is ons clubhuis van de Minigolf Zoetermeer in het Vernède sportpark dan geopend voor alle geïnteresseerden in onze hobby om de voortgang van alle projecten binnen onze vereniging te volgen. Tot dan!